



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

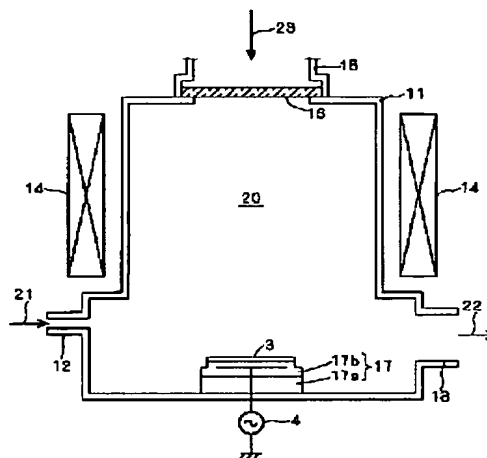
(11) Publication number: **2001068458 A**(43) Date of publication of application: **16.03.01**

(51) Int. Cl.

H01L 21/3065**C23F 4/00****H05H 1/46**(21) Application number: **11244904**(71) Applicant: **SUMITOMO METAL IND LTD**(22) Date of filing: **31.08.99**(72) Inventor: **YANASE TOSHIHIRO****(54) PLASMA TREATING APPARATUS AND PLASMA TREATING METHOD****(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To remove a substance deposited to the surface of a microwave introducing window when etching a sample.

SOLUTION: A chamber 11 has a gas entrance hole 12 and an exhaust hole 13 for introducing and exhaustion 22 of a gas 21, a sample 3 to be etched is laid on an electrode 17b, a high frequency bias from a high frequency power source 4 is applied to the sample 3, a magnetic field is generated by an electromagnet 14 disposed around a plasma generating region 20, a microwave 23 is introduced thereinto from a waveguide 15 connected above through a microwave introducing window 16 and an electron-cyclotron resonance is excited in the gas 21 to generate a plasma. At least an exposed face of the microwave introducing window 16 to the plasma generating region 20 is composed of quartz and the gas 21 contains F.



COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-68458

(P2001-68458A)

(43) 公開日 平成13年3月16日 (2001.3.16)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

B 4 K 0 5 7

C 2 3 F 4/00

C 2 3 F 4/00

D 5 F 0 0 4

H 0 5 H 1/46

H 0 5 H 1/46

C

B

審査請求 有 請求項の数22 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平11-244904

(22) 出願日 平成11年8月31日 (1999.8.31)

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 柳瀬 敏宏

兵庫県尼崎市扶桑町1番8号 住友金属工業株式会社半導体装置事業部内

(74) 代理人 100089233

弁理士 吉田 茂明 (外2名)

Fターム(参考) 4K057 DA01 DA16 DA19 DB01 DB17

DB20 DD03 DD08 DE06 DJ01

DM29 DM35 DM37

5F004 AA15 BA16 BB07 BB14 CA02

CA03 DA00 DA01 DA18 DA23

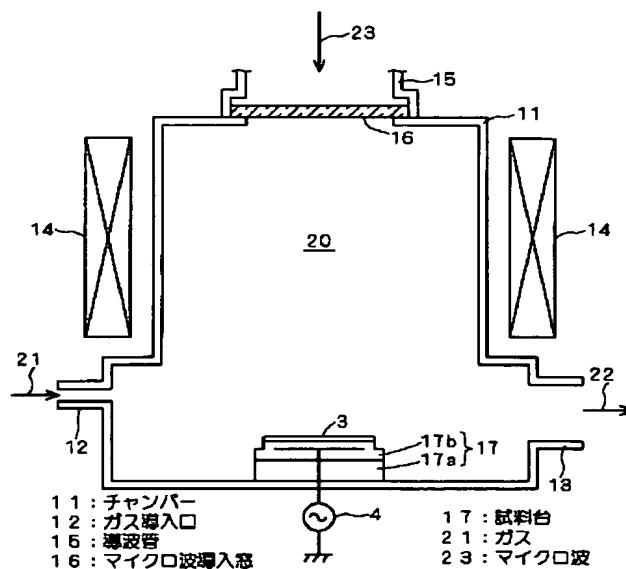
DA25 DA26 DB08

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置及びプラズマ処理方法

(57) 【要約】

【課題】 試料に対するエッチングの際にマイクロ波導入窓の表面へ付着した物質を除去する。

【解決手段】 チャンバー11にはガス導入口12及び排気口13が設けられ、それぞれガス21の導入及び排気22が行われる。電極部17b上にエッチング対象となる試料3が載置され、試料3には高周波電源4によって高周波バイアスが印加される。プラズマ発生領域20は、その周囲に設けられた電磁石14によって磁界が発生される一方、上方に接続された導波管15からマイクロ波導入窓16を介してマイクロ波23が導入される。そしてガス21に対して電子サイクロトロン共鳴を励起し、プラズマを発生させる。マイクロ波導入窓16の少なくともプラズマ発生領域20に露出する面を石英で構成する一方、ガス21に弗素を含める。





【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導電層を有する試料を格納可能なチャンパー内に、マイクロ波導入機構を介してマイクロ波を、ガス導入口からガスを、それぞれ導入し、前記導電層をプラズマによって処理するプラズマ処理方法であって、前記マイクロ波導入機構のうち少なくとも前記プラズマに露出する部分が石英からなり、

前記ガスは少なくとも弗素を含むガスであり、前記処理中に前記石英部分を同時にエッチングすることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 2】 前記ガスは弗素以外のハロゲン元素を含まない、請求項 1 記載のプラズマ処理方法。

【請求項 3】 導電層を有する試料を格納可能なチャンパー内に、マイクロ波導入機構を介してマイクロ波を、ガス導入口からガスを、それぞれ導入し、前記導電層を第 1 のプラズマによって処理するプラズマ処理方法であって、

前記第 1 のプラズマによって処理することによって変化する所定の情報が所定の条件を満足した場合に、前記試料を搬出し、前記マイクロ波導入機構の前記プラズマに露出する部分を第 2 のプラズマによってクリーニングすることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 4】 前記所定の情報は試料の処理枚数である、請求項 3 記載のプラズマ処理方法。

【請求項 5】 前記所定の情報は前記第 1 のプラズマの状態を反映する、請求項 3 記載のプラズマ処理方法。

【請求項 6】 前記マイクロ波は、マイクロ波整合器を介してマイクロ波発生源から前記チャンパーへと導入され、

前記所定の情報は、前記マイクロ波整合器の整合位置情報である、請求項 5 記載のプラズマ処理方法。

【請求項 7】 前記所定の情報は、前記マイクロ波の反射電力値である、請求項 5 記載のプラズマ処理方法。

【請求項 8】 前記マイクロ波導入機構は、少なくともプラズマに露出する部分が石英からなり、前記第 2 のプラズマは弗素を含むガスから生成される、請求項 3 乃至 7 のいずれか一つに記載のプラズマ処理方法。

【請求項 9】 前記導電層は金、銀、銅、白金族の金属、インジウム、ガリウム、ゲルマニウム、砒素、磷、またはこれらの金属の合金を含む、請求項 1 乃至 8 のいずれか一つに記載のプラズマ処理方法。

【請求項 10】 前記導電層は金属酸化物を含む、請求項 1 乃至 8 のいずれか一つに記載のプラズマ処理方法。

【請求項 11】 プラズマによってエッチング処理される対象となる導電層を有する試料を格納可能なチャンパーと、

前記チャンパーに弗素を含むガスを導入するガス導入口と、

前記ガスから前記プラズマを生成するマイクロ波を前記チャンパーに導入し、少なくとも前記プラズマに露出す

(2)

特開 2001-68458

2

る部分が石英からなるマイクロ波導入機構とを備えるプラズマ処理装置。

【請求項 12】 前記マイクロ波導入機構は、石英製のマイクロ波導入窓を有する、請求項 11 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 13】 前記石英製のマイクロ波導入窓は、通過孔を有する導体の前記通過孔を充填して設けられる、請求項 12 記載のプラズマ処理装置。

10 【請求項 14】 前記マイクロ波導入機構は、マイクロ波導入窓と、前記マイクロ波導入窓を前記プラズマから隔離する少なくとも前記プラズマに露出する部分が石英からなる隔離板とを有する、請求項 11 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 15】 前記マイクロ波導入窓は通過孔を有する導体である、請求項 14 記載のプラズマ処理装置。

20 【請求項 16】 プラズマによってエッチング処理される対象となる導電層を有する試料が載置され、前記試料に高周波電力が印加可能な試料台と、前記試料に接触することなく前記試料台の周囲を覆い、少なくとも前記プラズマに露出する部分が石英からなる試料台カバーと、

前記試料台及び前記試料台カバーを格納可能なチャンパーと、

前記チャンパーに弗素を含むガスを導入するガス導入口と、

前記ガスから前記プラズマを生成するマイクロ波を前記チャンパーに導入するマイクロ波導入機構とを備えるプラズマ処理装置。

30 【請求項 17】 前記試料台カバーの上端は、前記試料台の前記試料を載置する位置よりも下方へ退いている、請求項 16 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 18】 プラズマによってエッチング処理される対象となる導電層を有する試料を格納可能なチャンパーと、

前記チャンパーにガスを導入するガス導入口と、

前記ガスから前記プラズマを生成するマイクロ波を前記チャンパーに導入するマイクロ波導入機構とを備え、

前記マイクロ波導入機構はマイクロ波を伝搬させる導波管と、

40 前記導波管と前記チャンパーの間に介在するマイクロ波透過性を有するマイクロ波導入窓と、

前記マイクロ波の反射量を検出する反射量検出手段とを有し、

前記チャンパー内では、前記マイクロ波の反射量が所定量を超えれば前記マイクロ波導入窓の前記プラズマに露出する部分をクリーニングするためのプラズマが生成されるプラズマ処理装置。

【請求項 19】 プラズマによって処理される対象となる導電層を有する試料を格納可能なチャンパーと、

50 前記チャンパーにガスを導入するガス導入口と、

前記ガスから前記プラズマを生成するマイクロ波を前記チャンバーに導入するマイクロ波導入機構とを備え、前記マイクロ波導入機構はマイクロ波を伝搬させる導波管と、前記導波管と前記チャンバーの間に介在するマイクロ波透過性を有するマイクロ波導入窓と、マイクロ波が伝搬する部分に挿入される部材の位置または量が制御されて前記マイクロ波の前記プラズマに対する整合を採るマイクロ波整合器とを有し、前記チャンバー内では、前記マイクロ波整合器の前記マイクロ波が伝搬する部分に挿入される部材の位置または量が所定の範囲を外れれば前記マイクロ波導入窓の前記プラズマに露出する部分をクリーニングするためのプラズマが生成されるプラズマ処理装置。

【請求項20】 前記導電層は金、銀、銅、白金族の金属、インジウム、ガリウム、ゲルマニウム、砒素、燐、またはこれらの金属の合金を含む、請求項11乃至19のいずれか一つに記載のプラズマ処理装置。

【請求項21】 前記導電層は金属酸化物を含む、請求項11乃至19のいずれか一つに記載のプラズマ処理装置。

【請求項22】 前記ガスは弗素以外のハロゲン元素を含まない、請求項11乃至21のいずれか一つに記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は金、白金、イリジウムや、導電性金属酸化物をプラズマエッチングする技術に関し、特にプラズマの生成にマイクロ波を導入する型のプラズマエッチング装置をクリーニングする技術に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば携帯電話等の移動通信体に使われる高周波デバイスや、強誘電体メモリーでは、金や白金、イリジウム等の金属がLSI内の配線や電極材として使用される。例えば高周波デバイスとしてガリウム砒素を基板として使用する素子は、その特性からの要求上、ゲート電極等に金が使用される。また強誘電体メモリーでは、誘電体に金属酸化物が使用されるので、電極材に耐酸化性が要求され、また電極材により誘電体が還元されないように反応性の小さい金、白金、イリジウム等が使用される。

【0003】これらのパターンニングにはRIE (reactive ion etching) 装置等が使用されるが、デバイスの微細化に伴い、ECR (electron cyclotron resonance) プラズマ装置や表面波プラズマエッチング装置のように、高密度プラズマを用いたエッチング技術が採用されようとしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしシリコンやアル

ミニウムとは異なり、上記金属はプラズマとの反応性が小さいため、プラズマ処理を行っても主にスパッタリングによってそれらの金属がそのまま被処理材から飛んで、プラズマ装置のチャンバー内に付着する。

【0005】このようにしてチャンバー内に付着した物質は導電性を有している。電極を用いてプラズマを生成するプラズマエッチング装置では、電極に導電性物質が付着してもプラズマ生成に大きな影響はない。しかし、マイクロ波を導入してプラズマを生成するプラズマエッチング装置では、マイクロ波を導入する窓に導電性物質が付着すると、マイクロ波がそこで反射され、プラズマの生成が困難になって行く。

【0006】また、上記金属の一部分は塩素や弗素と反応するが、上記金属の塩化物や弗化物の蒸気圧は低い。例えば常圧においてはAuF₃は300℃付近で昇華し、PtF₆は69℃で気化し、IrF₃は250℃で分解し、InF₃は1200℃以上で気化する。従って、プラズマ処理を行っても反応物が蒸気として排気されにくく、やはりチャンバー内へ付着し、かつ導電性を有するので上記のプラズマ生成の困難性という問題が残る。更に、エッチングガスとして塩素を採用すると、エッチングすべき対象である金属が形成されている基板に別途に形成された金属膜や絶縁膜、例えばAl、AlSiCu等のアルミニウム合金、SBT (タンタル酸ストロンチウムビスマス)、BST (チタン酸バリウムストロンチウム) 等の高誘電率金属酸化物を腐食させてダメージを与えることがあり、採用することは望ましくない。

【0007】また、エッチング対象となる電極材料としては上記金属以外にも、酸化錫、酸化ルテニウム、酸化イリジウム等の導電性酸化物、酸化インジウム、酸化タンタル等不純物の添加により導電性が生ずる酸化物が採用されるが、これらも同様にしてスパッタリングによってチャンバー内、特にマイクロ波導入窓に付着することで上記問題を招来する。

【0008】本発明は上記問題を解決するためになされたもので、マイクロ波導入窓を介してマイクロ波を導入し、プラズマを生成させ、このプラズマに基づいてエッチングを行う技術において、上記付着物によるプラズマ生成の阻害を軽減することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明のうち請求項1にかかるものは、導電層を有する試料を格納可能なチャンバー内に、マイクロ波導入機構を介してマイクロ波を、ガス導入口からガスを、それぞれ導入し、前記導電層をプラズマによって処理するプラズマ処理方法である。そして、前記マイクロ波導入機構のうち少なくとも前記プラズマに露出する部分が石英からなり、前記ガスは少なくとも弗素を含むガスであり、前記処理中に前記石英部分を同時にエッチングすることを特徴とする。

【0010】この発明のうち請求項2にかかるものは、

請求項 1 記載のプラズマ処理方法であって、前記ガスは弗素以外のハロゲン元素を含まない。

【0011】この発明のうち請求項 3 にかかるものは、導電層を有する試料を格納可能なチャンバー内に、マイクロ波導入機構を介してマイクロ波を、ガス導入口からガスを、それぞれ導入し、前記導電層を第 1 のプラズマによって処理するプラズマ処理方法である。そして、前記第 1 のプラズマによって処理することによって変化する所定の情報が所定の条件を満足した場合に、前記試料を搬出し、前記マイクロ波導入機構の前記プラズマに露出する部分を第 2 のプラズマによってクリーニングすることを特徴とする。

【0012】この発明のうち請求項 4 にかかるものは、請求項 3 記載のプラズマ処理方法であって、前記所定の情報は試料の処理枚数である。

【0013】この発明のうち請求項 5 にかかるものは、請求項 3 記載のプラズマ処理方法であって、前記所定の情報は前記第 1 のプラズマの状態を反映する。

【0014】この発明のうち請求項 6 にかかるものは、請求項 5 記載のプラズマ処理方法であって、前記マイクロ波は、マイクロ波整合器を介してマイクロ波発生源から前記チャンバーへと導入され、前記所定の情報は、前記マイクロ波整合器の整合位置情報である。

【0015】この発明のうち請求項 7 にかかるものは、請求項 5 記載のプラズマ処理方法であって、前記所定の情報は前記マイクロ波の反射電力値である。

【0016】この発明のうち請求項 8 にかかるものは、請求項 3 乃至 7 のいずれか一つに記載のプラズマ処理方法であって、前記マイクロ波導入機構は少なくともプラズマに露出する部分が石英からなり、前記第 2 のプラズマは弗素を含むガスから生成される。

【0017】この発明のうち請求項 9 にかかるものは、請求項 1 乃至 8 のいずれか一つに記載のプラズマ処理方法であって、前記導電層は金、銀、銅、白金族の金属、インジウム、ガリウム、ゲルマニウム、砒素、燐、またはこれらの金属の合金を含む。

【0018】この発明のうち請求項 10 にかかるものは、請求項 1 乃至 8 のいずれか一つに記載のプラズマ処理方法であって、前記導電層は金属酸化物を含む。

【0019】この発明のうち請求項 11 にかかるものは、プラズマによってエッチング処理される対象となる導電層を有する試料を格納可能なチャンバーと、前記チャンバーに弗素を含むガスを導入するガス導入口と、前記ガスから前記プラズマを生成するマイクロ波を前記チャンバーに導入し、少なくとも前記プラズマに露出する部分が石英からなるマイクロ波導入機構とを備えるプラズマ処理装置である。

【0020】この発明のうち請求項 12 にかかるものは、請求項 11 記載のプラズマ処理装置であって、前記マイクロ波導入機構は石英製のマイクロ波導入窓を有す

る。

【0021】この発明のうち請求項 13 にかかるものは、請求項 12 記載のプラズマ処理装置であって、前記石英製のマイクロ波導入窓は、通過孔を有する導体の前記通過孔を充填して設けられる。

【0022】この発明のうち請求項 14 にかかるものは、請求項 11 記載のプラズマ処理装置であって、前記マイクロ波導入機構は、マイクロ波導入窓と、前記マイクロ波導入窓を前記プラズマから隔離する少なくとも前記プラズマに露出する部分が石英からなる隔離板とを有する。

【0023】この発明のうち請求項 15 にかかるものは、請求項 14 記載のプラズマ処理装置であって、前記マイクロ波導入窓は通過孔を有する導体である。

【0024】この発明のうち請求項 16 にかかるものは、プラズマによってエッチング処理される対象となる導電層を有する試料が載置され、前記試料に高周波電力が印加可能な試料台と、前記試料に接触することなく前記試料台の周囲を覆い、少なくとも前記プラズマに露出する部分が石英からなる試料台カバーと、前記試料台及び前記試料台カバーを格納可能なチャンバーと、前記チャンバーに弗素を含むガスを導入するガス導入口と、前記ガスから前記プラズマを生成するマイクロ波を前記チャンバーに導入するマイクロ波導入機構とを備えるプラズマ処理装置である。

【0025】この発明のうち請求項 17 にかかるものは、請求項 16 記載のプラズマ処理装置であって、前記試料台カバーの上端は、前記試料台の前記試料を載置する位置よりも下方へ退いている。

【0026】この発明のうち請求項 18 にかかるものは、プラズマによってエッチング処理される対象となる導電層を有する試料を格納可能なチャンバーと、前記チャンバーにガスを導入するガス導入口と、前記ガスから前記プラズマを生成するマイクロ波を前記チャンバーに導入するマイクロ波導入機構とを備えるプラズマ処理装置である。そして、前記マイクロ波導入機構はマイクロ波を伝搬させる導波管と、前記導波管と前記チャンバーの間に介在するマイクロ波透過性を有するマイクロ波導入窓と、前記マイクロ波の反射量を検出する反射量検出手段とを有する。そして前記チャンバー内では、前記マイクロ波の反射量が所定量を超えれば前記マイクロ波導入窓の前記プラズマに露出する部分をクリーニングするためのプラズマが生成される。

【0027】この発明のうち請求項 19 にかかるものは、プラズマによって処理される対象となる導電層を有する試料を格納可能なチャンバーと、前記チャンバーにガスを導入するガス導入口と、前記ガスから前記プラズマを生成するマイクロ波を前記チャンバーに導入するマイクロ波導入機構とを備えるプラズマ処理装置である。そして前記マイクロ波導入機構はマイクロ波を伝搬させ



る導波管と、前記導波管と前記チャンバーの間に介在するマイクロ波透過性を有するマイクロ波導入窓と、マイクロ波が伝搬する部分に挿入される部材の位置または量が制御されて前記マイクロ波の前記プラズマに対する整合を採るマイクロ波整合器とを有する。そして、前記チャンパー内では、前記マイクロ波整合器の前記マイクロ波が伝搬する部分に挿入される部材の位置または量が所定の範囲を外れれば前記マイクロ波導入窓の前記プラズマに露出する部分をクリーニングするためのプラズマが生成される。

【0028】この発明のうち請求項20にかかるものは、請求項11乃至19のいずれか一つに記載のプラズマ処理装置であって、前記導電層は金、銀、銅、白金族の金属、インジウム、ガリウム、ゲルマニウム、砒素、燐、またはこれらの金属の合金を含む。

【0029】この発明のうち請求項21にかかるものは、請求項11乃至19のいずれか一つに記載のプラズマ処理装置であって、前記導電層は金属酸化物を含む。

【0030】この発明のうち請求項22にかかるものは、請求項11乃至21のいずれか一つに記載のプラズマ処理装置であって、前記ガスは弗素以外のハロゲン元素を含まない。

【0031】

【発明の実施の形態】第1の実施の形態：図1は本発明の第1の実施の形態にかかるECRプラズマエッチング装置の構成の概略を示す断面図である。チャンパー11にはガス導入口12及び排気口13が設けられ、それぞれ図示しないガス導入機構及び排気機構により、ガス21の導入及び排気22が行われる。チャンパー11内にはチャンパー11と絶縁されて試料台17が備えられており、これは高周波電源4によって高周波バイアスが印加される電極部17bと、電極部17bをチャンパー11と絶縁しつつ保持する絶縁部17aとを有する。そして電極部17b上にエッチング対象となる試料3が載置され、試料3には高周波電源4によって高周波バイアスが印加されることになる。

【0032】チャンパー11のうち、試料台17の上方にはプラズマ発生領域20が位置する。プラズマ発生領域20には、その周囲に設けられた電磁石14によって磁界が発生される一方、上方に接続された導波管15からマイクロ波を透過するマイクロ波導入窓16を介してマイクロ波23が導入される。そしてガス21に対して電子サイクロトロン共鳴を励起してプラズマを発生させる。例えば電磁石14によって発生される磁界は875 Gaussに、マイクロ波23の周波数は2.45 GHzに、それぞれ設定される。

【0033】本実施の形態においては、マイクロ波導入窓16の少なくともプラズマ発生領域20に露出する面を石英で構成する一方、ガス21に弗素を含める。これにより、試料3に対するエッチングが実行されつつも、



石英で構成されたマイクロ波導入窓16の表面も弗素を含むプラズマによりエッチングされるので、試料3に対するエッチングの際にマイクロ波導入窓16の当該表面へ付着した物質も除去される。従って試料3に対するエッチングの際にマイクロ波導入窓16へ付着する物質が導電性であっても、マイクロ波23の導入は劣化することなく、プラズマの生成を阻害することもない。

【0034】図2は本実施の形態における試料3の構成例の概略を示す断面図である。ガリウム砒素基板31a上にチタン層32、金層33がそれぞれ約50nm、約500nmの厚さで積層されている。これらをパターニングするためのエッチングのマスクとして、金層33の上にはパターンを形成したフォトレジスト層34が設けられている。

【0035】例えばガス21としてC₄F₈/O₂/Arガスをそれぞれ100/10/50sccmにて流しつつ、排気22によってチャンパー11内の圧力を10m Torrに制御しマイクロ波23を導入することにより、プラズマ発生領域20でプラズマが生成される。

【0036】試料3には試料台17を介して高周波電源4から400kHzの高周波バイアスが100Wで印加されることにより、プラズマ中の弗素等のイオンが試料3へと向かって加速され、フォトレジスト層34をマスクとして金層33のエッチングが進行する。

【0037】この金層33のエッチングの進行過程において、金の弗化物またはスパッタリングされた金が放出される。金の弗化物や金の蒸気圧は低いため、それらのかなりの部分は排気口13から排気される前にチャンパー11内に付着し、マイクロ波導入窓16にも付着する。しかし上述のようにマイクロ波導入窓16のプラズマ発生領域20に相対する面がプラズマにより同時にエッチングされるので、これらがマイクロ波導入窓16へ堆積することは殆どない。

【0038】このように処理をすることにより、約100nm/分のエッチングレートで500nm厚の金層33をエッチングすることができ、しかも上記処理を25枚の試料3に対して連続して行っても、この処理中においてマイクロ波23の反射電力の増大、マッチングの大きなずれは観測されず、プラズマは安定して生成されていた。

【0039】一方、比較例として、弗素ガスを使用するECRプラズマエッチング装置で一般的に採用されるように、マイクロ波窓16を酸化イットリウムをバインダとして使用した窒化シリコンセラミックスで覆った場合（図示せず）には、約5枚の処理を行った時点でマイクロ波23の反射電力が入射電力の5%を超えた。そのため、それ以降、試料3のエッチング処理を行うことはできなかった。これは、窒化シリコンセラミックス表面に金の弗化物や金が堆積し、それら導電体がマイクロ波23を反射したためであると考えられる。



【0040】なお、本実施の形態に採用されるエッチングガスとしては、エッチングする材料と必要なエッチング性能に合わせて、 CF_4 、 C_4F_8 、 C_5F_8 等のフッ素系のカボン系のガスや、 SF_6 等のフッ素を含むガス、 NF_3 、 F_2 等の高反応性フッ素含有ガスを採用することができる。またこれらに O_2 、 N_2 、 CO を添加しても良い。エッチングガスのエッチング特性を調整することができるからである。また、プラズマ安定性を向上するために希釈ガスとして Ar 等の希ガス等を採用しても良い。

【0041】但し、フッ素以外のハロゲンを含まないことがより望ましい。フッ素以外のハロゲンは、試料の基板の材料、被処理部材、あるいは基板上に存在する他の部材に対し、水分と反応を起こして腐食を生じさせる場合があるからである。

【0042】高周波電源4の発生する高周波電力の周波数は、エッチングする材料と必要な性能に合わせて、400kHzに限らず、800kHz、2MHz、13.56MHzに設定しても良い。但し、高周波電力の周波数は5MHz以下、より好ましくは2MHz以下が望ましい。金、白金、イリジウム、インジウム等のプラズマとの反応性が低い金属や金属化合物は、主にイオンの衝撃によるスパッタとそれに付随する反応によりエッチングされる。そのため、イオンが高周波電界によって十分加速されるように、印加される高周波電界の変化はイオンが追従できる程度に緩やかである、すなわち周波数が低い必要がある。この実施の形態の場合、13.56MHzの高周波を印加した場合はエッチングレートは約10nm/分であり、2MHzの場合は110nm/分であった。

【0043】マイクロ波導入窓16は全て石英で作製しても良いし、他の部材の上に石英層を形成したものでも良い。たとえば、 AlN セラミックの板と石英の板を重ねたものでも良いし、アルミナの板の上に石英層をCVD等の方法で形成しても良い。この場合は、石英層の厚さが薄くなった場合、再度石英層を形成することにより、マイクロ波導入窓を再生することが可能となり、ランニングコストの低減につながる。

【0044】エッチングする材料は、金、銀、銅、白金、及び他の白金族の金属、インジウム、ガリウム、ゲルマニウム、砒素、燐またはこれらの金属の合金の場合、この発明は特に有効である。

【0045】また、酸化錫、酸化ルテニウム、酸化イリジウム等の導電性金属酸化物、または酸化インジウム、酸化タンタル等の不純物の添加により導電性を有する金属酸化物をエッチングする場合においても、マイクロ波導入窓16にこれらが堆積することを防止でき、処理の安定性を向上させることができるので、本実施の形態の技術は有効である。

【0046】第2の実施の形態：図3は本発明の第2の実施の形態にかかるECRプラズマエッチング装置の構

成の概略を示す断面図であり、図1に示された構成に対してチャンパー11の内壁にインナーベルジャー18a、防着板18bを設け、試料台17に石英製の試料台カバー17cを付加し、マイクロ波導入窓16をマイクロ波導入窓16a及び石英製の天板16bで置換した構成となっている。

【0047】インナーベルジャー18aはプラズマ発生領域20において配置され、防着板18bはプラズマ発生領域20の下方において配置される。インナーベルジャー18aは例えばアルミニウム製であるが、石英、アルミナ、 AlN 等のセラミックスで構成してしても良い。防着板18bは例えば石英製であるが、アルミニウム等の金属や石英、アルミナ、 AlN 等のセラミックスで構成してしても良い。

【0048】試料台カバー17cは試料台17の絶縁部17aを覆ってこれをプラズマから遮蔽する。図4は図3の領域Aを拡大して示した断面図であり、このように試料台カバー17cが電極部17bの表面をも覆うことが望ましい。但し、試料台カバー17cが電極部17bよりも上方へと突出すると、試料3と電極部17bとの接触が不十分となって高周波バイアスが十分に試料3へと印加されなくなるので、試料台カバー17cの上面は電極部17bの上面よりも下方へ退いていることが望ましい。

【0049】本実施の形態においては、石英製の天板16bがマイクロ波導入窓16aをプラズマ発生領域20から隔離する隔離板として機能する。そしてガス21にフッ素を含める。これにより試料3に対するエッチングが実行されつつも、天板16bの表面もエッチングされるので、マイクロ波窓16aをフッ素プラズマでエッチングされない材料、例えば AlN で構成しても、実施の形態1と同様の効果を得ることができる。

【0050】また、石英製の試料台カバー17cが絶縁部17aを覆うので、絶縁部17aに導電性物質が付着することがない。そして試料台カバー17cに付着した導電性物質も、試料台カバー17cがエッチングされることにより除去される。従って、試料台17が与える高周波バイアスが導電性物質の付着によって乱されることも回避される。

【0051】図5は本実施の形態における試料3の構成例の概略を示す断面図である。シリコン基板31b上に白金層36a、SBT($SrBi_2Ta_2O_9$)層37、白金層36bがそれぞれ約100nm、約1 μm 、約100nmの厚さで積層されている。これらをパターニングするためのエッチングのマスクとして、白金層36bの上にはパターンを形成したフォトリソ層38が設けられている。

【0052】例えばガス21として CF_4/O_2 ガスをそれぞれ200/10sccm流しつつ、排気22によってチャンパー11内の圧力を5mTorrに制御し、マ

マイクロ波23を導入することにより、プラズマ発生領域20でプラズマが生成される。

【0053】試料3には試料台17を介して高周波電源4から2MHzの高周波バイアスが100Wで印加されることにより、プラズマ中の弗素等のイオンが試料3へと向かって加速され、フォトレジスト層38をマスクとして白金層36bのエッチングが進行する。

【0054】このエッチングの進行過程において、白金の弗化物またはスパッタリングされた白金が装置内に放出される。これらの白金の弗化物や白金の蒸気圧は低い10ため、それらのかなりの部分は排気口13から排気される前にチャンバー11内に付着し、天板16bや試料台カバー17cにも付着する。しかし上述のようにして、白金やその弗化物が天板16bや試料台カバー17cへ堆積することは殆どない。

【0055】このように処理をすることにより、約50nm/分のエッチングレートで100nm厚の白金層36bをエッチングすることができ、この処理中においてマイクロ波23の反射電力の増大、マッチングの大きな20ずれは観測されず、プラズマは安定して生成されていた。また高周波電源4から印加される高周波電力についても反射電力の増大、試料台17の付近での異常放電は観測されず、エッチングレートが低下することはなかった。

【0056】なお、試料台カバー17cと天板16bとを併用して設ける必要はない。それぞれ別途に作用して効果を得ることができるからである。従って天板16bのみを設けることもできるし、試料台カバー17cのみを使用することもできる。

【0057】試料台カバー17c、天板16bは、上記のように全て石英で作製しても良いし、他の部材の表面に石英層を形成したものでも良い。たとえば、AlNセラミックの部材と石英の部材を重ねたものでも良いし、アルミナの部材の上に石英層をCVD等の方法で形成しても良い。この場合は、石英層の厚さが薄くなった場合、再度石英層を形成することにより、試料台カバー、天板を再生することが可能となり、ランニングコストの低減につながる。

【0058】また、試料台カバー17cは、絶縁部17aの電極部17b近傍のみを覆うようにしても良いし、電極部17b近傍のみを石英で構成し、他の部分をアルミナ、アルミニウム等で構成しても良い。

【0059】第3の実施の形態：図6は本発明の第3の実施の形態にかかるマイクロ波プラズマエッチング装置の構成の概略を示す断面図である。本装置も第1の実施の形態に示された装置と同様にしてチャンバー11にはガス導入口12及び排気口13が設けられ、それぞれ図示しないガス導入機構及び排気機構により、ガス21の導入及び排気22が行われる。チャンバー11内にはチャンバー11と絶縁されて試料台17が備えられてお

り、これには高周波電源4によって高周波バイアスが印加される。この上にはエッチング対象となる試料3が載置されるので、試料3には高周波電源4によって高周波バイアスが印加されることになる。

【0060】チャンバー11は、上方に導波管15が接続されており、ここから石英製のマイクロ波導入窓16を介してマイクロ波23が導入される。但し、ECRプラズマエッチング装置のような電磁石14は設けられておらず、マイクロ波導入窓16の下方（即ちチャンバー11側）において発生する電界が、ガス21からプラズマを発生させる。本発明はこのようなECR以外のプラズマエッチング装置においても適用することができる。

【0061】もちろん第2の実施の形態のように、マイクロ波窓16aを石英製の天板16bでチャンバー11内から隔離しても良いし、石英製の試料台カバー17cを試料台17に設けても良い。更にまた他の部分にインナーベルジャー18a、防着板18bを設置しても良い。

【0062】例えば試料3として図2に構造が示されたものを採用する。ガス21としてC₄F₈/O₂/Arガスをそれぞれ100/10/50sccm流しつつ、排気22によってチャンバー11内の圧力を50mTorrに制御し、2.45GHzのマイクロ波23を導入することにより、チャンバー11内にプラズマが生成される。

【0063】試料3には試料台17を介して高周波電源4から400kHzの高周波バイアスが100Wで印加されることにより、第1の実施の形態と同様にして金属33のエッチングが進行する。

【0064】このエッチングの進行過程において、金の弗化物またはスパッタリングされた金が装置内に放出され、マイクロ波導入窓16に付着する。しかし上述のようにして金やその弗化物がマイクロ波導入窓16へ堆積することは殆どない。

【0065】このような処理をすることにより、約170nm/分のエッチングレートで500nm厚の金属33をエッチングすることができ、この処理中においてマイクロ波23の反射電力の増大、マッチングの大きな20ずれは観測されず、プラズマは安定して生成されていた。

【0066】また、この処理を25枚の試料3について連続して行っても、マイクロ波23の反射電力の増大、マッチングの大きなずれは観測されず、プラズマは安定して生成されていた。

【0067】なお、この装置の第1の変形としては、例えば表面波プラズマ装置があり、図7に示すように導波管15内に誘電体15aを設置することができる。また第2の変形として例えば図8に示すようにマイクロ波23をチャンバー11内に選択的に導入する通過孔を有する導体19cをチャンバー11側に設けても良い。

【0068】図9は図6に示された構成に通過孔191

を有する導体19aを付加した本実施の形態の第3の変形の構造を示す断面図である。このように導体19aをマイクロ波導入窓16によってチャンバー11から隔離することにより、導体19aにはプラズマが曝されず、また試料3に対するプラズマ処理において導電性物質が附着することもない。導体19aをマイクロ波導入窓16に密着させたり、一定距離を離したりすることにより、チャンバー11内の電界の分布をより良好に制御しても良い。また、この態様は、導体19a及びマイクロ波導入窓16を、それぞれマイクロ波導入窓及び石英製の隔離板と把握することもできる。

【0069】図10は、図6に示された構成におけるマイクロ波導入窓16を、通過孔192を有する導体19bで置換した本実施の形態の第4の変形の構造を示す断面図である。通過孔192には石英が充填されており、通過孔192に石英製のマイクロ波導入窓が充填されているとみることにもできる。よって試料3に対するプラズマ処理において導電性物質が通過孔192に堆積することもない。

【0070】また、図6乃至図10に示された構成において、マイクロ波導入窓16上の導波管の形状を円環状にすることもできる。図11は図6に示された構成においてマイクロ波導入窓16上で円環形状を呈する導波管15を採用した本実施の形態の第5の変形の構成を示す断面図であり、図12はその上面図である。図12における屈曲した仮想線に対する矢視AA方向の断面が図11に相当する。

【0071】導波管15はマイクロ波導入窓16に対して開口する通過孔193をマイクロ波導入窓16上の円環形状において周期的に有している。そして導波管15に導入されたマイクロ波23がこの円環形状において定在波を形成するように寸法を制御し、通過孔193の配置をその定在波の腹に相当する部分に位置させることにより、マイクロ波導入窓16からチャンバー11側において形成される電界分布を良好にすることができる。かかる態様においても、マイクロ波導入窓16に導電性物質が堆積しないようにガス21を設定することができる。

【0072】第4の実施の形態：図13は本発明の第4の実施の形態にかかるECRプラズマエッチング装置の構成の概略を示す断面図である。第1の実施の形態に示された構成に対し、導波管15にスタブ型マイクロ波整合器41と定在波測定器61を設けた点で異なっている。チャンバー11からみてスタブ型マイクロ波整合器41及び定在波測定器61よりも遠い側で導波管15にはマイクロ波発振器5が接続されている。本実施の形態では試料3に対するプラズマ処理と同時にプラズマ導入窓16cをクリーニングしない。

【0073】スタブ型マイクロ波整合器41は2組のスタブ41a、41bを備えている。いずれのスタブも連

結された一対の金属棒であり、これらを導波管15へ挿入する量を調整することにより、マイクロ波発振器5とチャンバー11内で生成されるプラズマとのインピーダンスを整合し、プラズマからのマイクロ波の反射を少なくする。かかる反射の量は、導波管15に挿入されたブロープ61aを有する定在波測定器61によって求められる定在波比に基づいて計算できる。よって定在波測定器61の測定結果に基づいて2組のスタブ41a、41bの導波管15へのそれぞれの挿入量を制御することにより、スタブ41a、41bの挿入についてインピーダンスの整合を常時指向した制御を行うことができる。スタブ41a、41bの導波管15へのそれぞれの挿入量は、整合位置情報TUNE1、TUNE2として測定可能としておく。もちろん、スタブ41a、41bの導波管15へのそれぞれの挿入は、定在波測定器61からのフィードバックに基づく態様に限定される必要はない。また、スタブ型マイクロ波整合器だけではなく、Eスタブを導波管に設け、そのスタブの内部の長さを内部に設けられた短絡板の位置を変化することにより変え、それによって整合を採る形式の4Eチューナー等、他の形式の整合器を用いても良い。

【0074】図14は本実施の形態における試料3の構成例の概略を示す断面図である。シリコン酸化物からなる基板31cの上にはイリジウム層39が形成されている。イリジウム層39は基板31cの全面に1 μ m形成された平坦層39aと、更に平坦層39aの一部分の上に5 μ m形成されたには突起39bとからなる。これは5 μ m高さの金属マスクを用いて1 μ m厚さのエッチングを行うことと見ることにもできる。

【0075】試料3の全面を均一に1 μ mエッチングすることにより、突起39bの直下を除く平坦層39aを全て除去して基板31cを露出し、一部分には高さ5 μ mのイリジウムからなる突起を有する形状を得ることができる。しかし、シリコン酸化物の基板31cをエッチングしないようにするため、プラズマガスに弗素を用いることは望ましくなく、シリコン酸化膜を殆どエッチングしないArをガス21として用い、イリジウムをスパッタリングにより取り除く。

【0076】試料台17上に試料3を載置し、電磁石14によってプラズマ発生領域20に875 Gaussの磁場を形成し、チャンバー11内に、Arからなるガス21を500 sccm流しつつ、排気22によって圧力を10 mTorrに制御する。2.45 GHzのマイクロ波23を導入することにより、プラズマ発生領域20にプラズマを生成する。その後、試料3に試料台17を介して400 kHzの高周波バイアスを100 W印加する。以上の操作により、イリジウム層39のスパッタリングが進行する。

【0077】本実施の形態ではプラズマ中に弗素が含まれていないので、スパッタリングされたイリジウムの一

部分はマイクロ波窓16cに付着し、堆積していく。そしてクリーニングを行わずにこの処理を続けると、次第にマイクロ波窓16cに堆積するイリジウムの厚さが増加する。堆積したイリジウムは導電性を有するため、マイクロ波23の反射が増大し、ついにはマイクロ波23がチャンパー内11へ導入されなくなってプラズマが生成されなくなる。

【0078】このような現象を防止するために、本実施の形態では、マイクロ波導入窓16cへの導電性物質の堆積量が増加したことを、プラズマの状態を反映する情報等で検出する。そしてこの情報が適正範囲を外れたときにはマイクロ波導入窓16cのクリーニングを行う。もちろん、実施の形態2と同様にして試料台カバー17cを採用しても良い。

【0079】具体的には例えば、プラズマの状態を反映する情報として上述の整合位置情報TUNE1, TUNE2を採用する。そして整合位置情報TUNE1の適正範囲として下限値L1及び上限値H1を採用し、整合位置情報TUNE2の適正範囲として下限値L2及び上限値H2を採用する。これらの値は、例えば正常に、即ちプラズマが安定してエッチングが行われているときの整合位置情報TUNE1, TUNE2のそれぞれの下限値及び上限値である。これらの値は予め設定しておくことができる。

【0080】またマイクロ波導入窓16cのクリーニングは、マイクロ波導入窓16cを石英製とし、試料3のプラズマ処理とは別途に弗素を含むガス21を導入してプラズマを生成し、これによってマイクロ波導入窓16cに付着したイリジウム堆積膜を除去することにより行う。

【0081】マイクロ波導入窓16cへのイリジウムの堆積が増加すると、マイクロ波整合器41からみたチャンパー11のインピーダンスが変化し、定在波測定器61からのフィードバックにより整合位置情報TUNE1, TUNE2も変化する。よってこれらをモニタしておけば、マイクロ波窓でのイリジウムの堆積量の増加を検出することができる。

【0082】図15は本実施の形態のクリーニング処理を示すフローチャートである。まず試料3のプラズマ処理を開始するに当たり、クリーニングを実施するか否かを示すクリーニングフラグを、ステップS11において0に設定する。本実施の形態ではクリーニングフラグの値が0/1を採ることは、それぞれクリーニングの非実施/実施を意味している。

【0083】その後、整合位置情報TUNE1, TUNE2を測定しつつ、試料3に対するプラズマ処理、例えばエッチング処理を行う(ステップS12)。フローチャートの便宜上、ステップS12からステップS13, S14へと進むが、ステップS13, S14, S15においても試料3に対するプラズマ処理は実行されてい

る。

【0084】ステップS13においては整合位置情報TUNE1, TUNE2が適正範囲内に存在するか否かが判断される。即ち、整合位置情報TUNE1は下限値L1以上上限値H1以下であるか、整合位置情報TUNE2は下限値L2以上上限値H2以下であるか、が判断され、両方が満足されればステップS15へと進む。いずれか一方でも満足されなければステップS14へと進み、クリーニングフラグを1に設定する。

【0085】プラズマ処理中の整合位置情報TUNE1, TUNE2の測定、並びにステップS13の判断は、全て図示しない制御装置によって自動的に行っても良い。

【0086】ステップS15においてプラズマ処理が終了したと判断されればステップS16へと進んで試料の搬出が行われる。そうでなければステップS12へと戻ってプラズマ処理が続行される。

【0087】試料が搬出された後、ステップS17においてクリーニングフラグの値の吟味が行われる。これが値1を採ればステップS17に関して「YES」となり、ステップS18へと進んでクリーニングが実施される。値0を採ればステップS17に関して「NO」となり、次の試料が搬入される。

【0088】ステップS18において、ガス21としてCF₄/O₂ガスをそれぞれ20/10sccm流しつつ、排気22によって圧力を3mTorrに設定する。そしてプラズマを生成し、石英製のマイクロ波導入窓16cをエッチングし、同時にその窓に堆積したイリジウムを取り除く。例えばこのクリーニングには5分間が費やされる。ステップS18が終了すれば、次の試料が搬入される。

【0089】本実施の形態についてのある実験では、5枚の試料を処理したときに整合位置情報TUNE1, TUNE2が適正範囲を外れた。よってその5枚目の試料をプラズマ処理した後、クリーニングが行われた。クリーニング後、次の試料の処理が行われたが、その時、クリーニング前には適正範囲を外れていた整合位置情報TUNE1, TUNE2は適正範囲内に収まっていた。

【0090】クリーニングのためのプラズマを発生させるガスとしては、CF₄, C₄F₈, C₅F₈等のフロロカーボン系のガスや、SF₆等の弗素を含むガス、NF₃, F₂等の高反応性弗素含有ガスを用い、それにO₂, N₂, CO, Ar等のガスを添加しても良い。上述の例ではクリーニング時には試料台17には試料が載置されていないので、試料台17もプラズマでクリーニングされる。しかし、試料台17をクリーニングのためのプラズマから保護する必要があるれば、試料台17を保護するために試料の代わりに載置されるダミーとしてのウエハを、搬入/搬出するステップがそれぞれステップS18の直前/直後に挿入されればよい。

【0091】なお、プラズマの状態を反映する情報として反射マイクロ波の電力を採用しても良い。これは、導波管15に反射マイクロ波電力測定器を設置することにより検出することができる。正常な状態、即ち導電性物質がマイクロ波導入窓16cに堆積していない状態において反射されるマイクロ波の電力の上限値H3を予め設定しておき、試料のプラズマ処理中の反射マイクロ波の電力と比較する。図15に即して言えば、ステップS12での処理を「反射マイクロ波の電力Prを測定しつつ、プラズマ処理を行う」と読み替え、ステップS13での処理を「 $Pr \leq H3$?」と読み替えれば良い。

【0092】また、マイクロ波導入窓16cに付着する導電性物質の量を反映する情報として、試料の処理枚数を利用することもできる。各処理毎にある量の導電性物質がマイクロ波導入窓16cに付着し、処理枚数が増えるに従ってその量も増加するからである。よって安定に処理できる試料の枚数を予め設定しておき、その枚数分を処理する毎にクリーニングによりマイクロ波導入窓16cに堆積した導電性物質を除去して、安定したプラズマ処理を行うことができる。

【0093】図16は試料の処理枚数によりクリーニングを行うか否かを決定するプラズマ処理を示すフローチャートである。まずステップS21において処理枚数Cを0に設定する。例えば図13には図示されないが、試料3を搬入する機構に処理枚数を計上する処理枚数カウンタを設け、これにより処理枚数Cを求めることができる。そしてステップS21においてこの処理枚数カウンタをリセットすることで、処理枚数Cを0に設定する。

【0094】次にステップS22に進み、試料を搬入してプラズマ処理を行う。そしてプラズマ処理が終了すると、ステップS23へ進み、処理枚数カウンタが処理枚数Cを1増加させるカウントを行う。そしてステップS24において、処理枚数Cが枚数Dを超えるか否かが判断される。この枚数Dは、安定したプラズマ処理が行える処理枚数の上限として予め設定される。

【0095】そしてステップS24に関して「NO」であれば、クリーニングを行わなくても次の試料にプラズマ処理を安定して行えるのであるから、ステップS25へ進み、クリーニングフラグに0が設定される。一方、ステップS24に関して「YES」であれば、クリーニングを行わないと、次の試料にプラズマ処理を安定して行えないのであるから、ステップS26へと進んでクリーニングフラグに1が設定される。

【0096】ステップS25、S26のいずれが実行された後も、ステップS27へと進んで、ステップS22においてプラズマ処理がなされた試料が搬出される。次にステップS28へと進み、クリーニングフラグが1であるか否かが判断される。クリーニングフラグが0であればステップS28に関して「NO」となり、ステップS22へと戻り、クリーニングが実施されないまま、次

の試料を搬入してプラズマ処理が行われる。

【0097】一方、ステップS28においてクリーニングフラグが1であればステップS28に関して「YES」となり、ステップS29へと進んでクリーニングが実施される。そしてクリーニングが実施されればマイクロ波導入窓16cに堆積した導電性物質は除去されるので、ステップS29からはステップS21へと戻って処理枚数カウンタをリセットする。

【0098】その他、クリーニングを行うか否かを判定するための指標としては合計処理時間、反射高周波電力等を採用することもできる。即ち、プラズマ処理を実行し、マイクロ波導入窓16cに導電性物質が付着し、チャンバー11に入るマイクロ波の量が変化して起こるプラズマの変化によって、変化する所定の情報を指標とすることができ、これが所定の条件を満足するか否かによってクリーニングを行うか否かを決定すればよい。

【0099】また、プラズマ生成直後の不安定時間においては上記判定を行わない等、不感時間を設けても良いし、例えば毎秒1回の指標の測定を行い、連続して3回適正範囲から外れた場合にクリーニングを実施する等、より正確にクリーニングが実行できるように判定条件及び判定方法を設定しても良い。

【0100】なお、本実施の形態においては、クリーニングの際に試料3をチャンバー11から搬出しているので、試料3にダメージを与える虞のあるプラズマを生成するガス21を導入することができる。上記の説明ではシリコン酸化物からなる基板31cにダメージを与える虞のあるプラズマを生成するガスとして、弗素を有するものを例示した。しかし、マイクロ波導入窓16cをクリーニングするためのプラズマを生成するガスとしては、他のガスを採用することができる。即ち、必ずしもマイクロ波導入窓16cを石英製にする必要はなく、堆積物あるいはマイクロ波導入窓16cをエッチングできるプラズマを生成するガスを適宜選ぶことにより、マイクロ波導入窓16cの材質の自由度が第1乃至第3の実施の形態と比較して高いというメリットがある。

【0101】また第1乃至第3の実施の形態の様にエッチングに弗素を含むガスを使用した場合でも、完全にマイクロ波導入窓がクリーニングされず、徐々に導電性物質が堆積していくような事態も考えられなくはない。かかる事態を避けるために、本実施の形態の方法を併用することもできる。その場合、更に長期間、安定してプラズマ処理を行うことができるし、チャンバー11を開放して行う必要があるタイプのクリーニングの頻度を減らすことができる。

【0102】

【発明の効果】この発明のうち請求項3にかかるプラズマ処理方法によれば、導電層を第1のプラズマで処理することによって導電性材料が付着したマイクロ波導入機構のプラズマに露出する部分を、試料の搬出後に第2の

プラズマでクリーニングするので、第2のプラズマによって試料の材質がダメージを受けることなくクリーニングを行うことができる。

【0103】この発明のうち請求項4にかかるプラズマ処理方法によれば、試料の処理枚数が多くなってマイクロ波導入機構のプラズマに露出する部分に導電性物質が多く付着することを防止できる。

【0104】この発明のうち請求項5乃至7にかかるプラズマ処理方法によれば、マイクロ波導入機構のプラズマに露出する部分に導電性物質が付着することで変化するプラズマの状態を検出してクリーニングするので、マイクロ波導入機構のプラズマに露出する部分に導電性物質が多く付着することを防止できる。

【0105】この発明のうち請求項11乃至15にかかるプラズマ処理装置によれば、マイクロ波導入機構から導入されたマイクロ波は、弗素を含むガスからプラズマを生成させる。そしてプラズマ処理によって、導電層やその化合物がマイクロ波導入機構のプラズマに露出する部分に付着しても、プラズマ中の弗素がマイクロ波導入機構の当該部分をエッチングするので、マイクロ波を導入することの劣化が防止される。

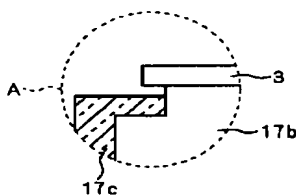
【0106】この発明のうち請求項16にかかるプラズマ処理装置によれば、プラズマ処理によって、導電層やその化合物が試料台に付着することがなく、そして試料台カバーに付着しても、プラズマ中の弗素が試料台カバーをエッチングするので、高周波電力の印加が乱されることが防止される。

【0107】この発明のうち請求項17にかかるプラズマ処理装置によれば、試料台カバーの上端が試料と試料台との接触を妨げないので、高周波電力を試料へ十分印加することができる。

【0108】この発明のうち請求項18にかかるプラズマ処理装置によれば、導電層をエッチング処理することによってマイクロ波導入窓に付着する導電性材料により大きくなるマイクロ波の反射量を検出し、これが大きくなればマイクロ波導入窓をクリーニングするので、安定したプラズマ処理を実行することができる。

【0109】この発明のうち請求項19にかかるプラズマ処理装置によれば、導電層をエッチング処理することによってマイクロ波導入窓のプラズマに露出する部分に付着する導電性材料により変化するマイクロ波整合器の

【図4】



部材の位置または挿入量を検出し、これらが所定の範囲を外れればマイクロ波導入窓をクリーニングするので、安定したプラズマ処理を実行することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態の概略を示す断面図である。

【図2】 本発明の第1の実施の形態の試料の概略を示す断面図である。

【図3】 本発明の第2の実施の形態の概略を示す断面図である。

【図4】 図3の領域Aを拡大して示した断面図である。

【図5】 本発明の第2の実施の形態の試料の概略を示す断面図である。

【図6】 本発明の第3の実施の形態の概略を示す断面図である。

【図7】 本発明の第3の実施の形態の第1の変形を示す断面図である。

【図8】 本発明の第3の実施の形態の第2の変形を示す断面図である。

【図9】 本発明の第3の実施の形態の第3の変形を示す断面図である。

【図10】 本発明の第3の実施の形態の第4の変形を示す断面図である。

【図11】 本発明の第3の実施の形態の第5の変形を示す断面図である。

【図12】 図11に示された構成の上面図である。

【図13】 本発明の第4の実施の形態の概略を示す断面図である。

【図14】 本発明の第4の実施の形態の試料の概略を示す断面図である。

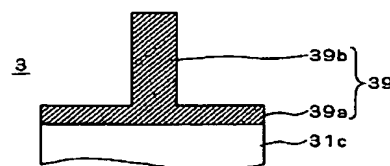
【図15】 本発明の第4の実施の形態のクリーニング処理を示すフローチャートである。

【図16】 本発明の第4の実施の形態の変形のクリーニング処理を示すフローチャートである。

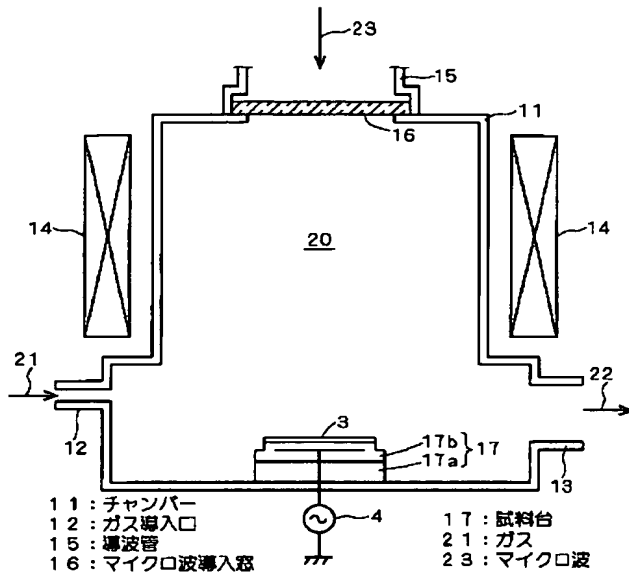
【符号の説明】

11 チャンバー、12 ガス導入口、15 導波管、16、16a、16c マイクロ波導入窓、16b 天板、17 試料台、17c 試料台カバー、21 ガス、23 マイクロ波、41 スタブ型マイクロ波整合器、61 定在波測定器

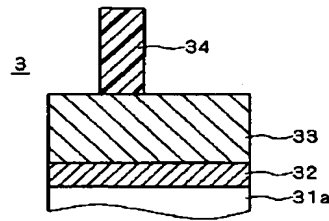
【図14】



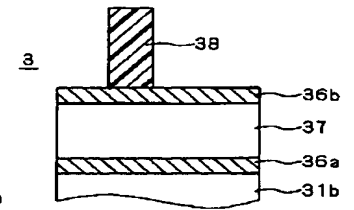
【図1】



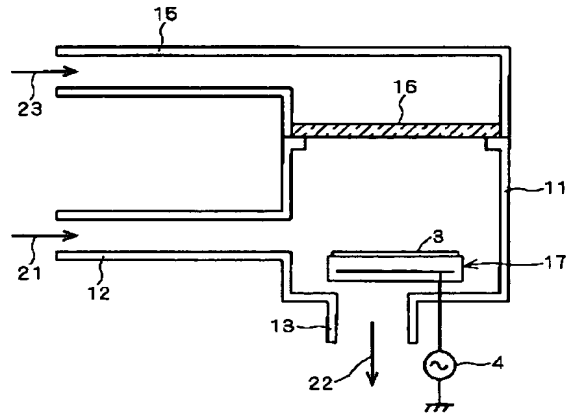
【図2】



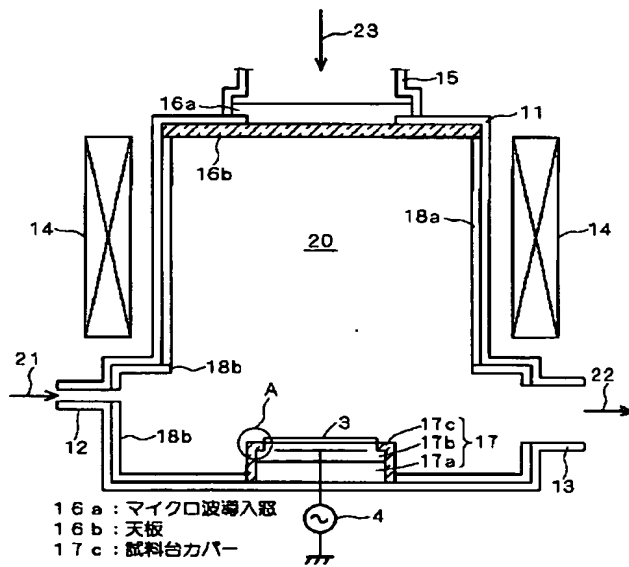
【図5】



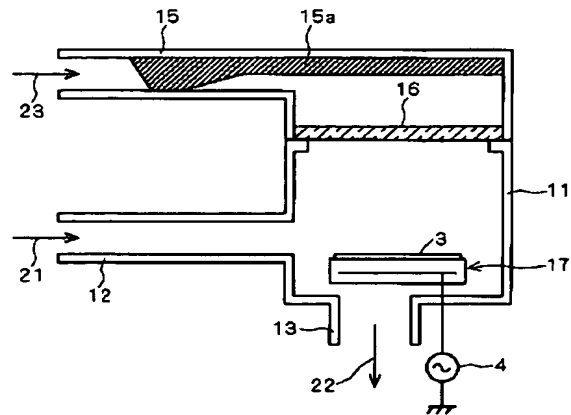
【図6】



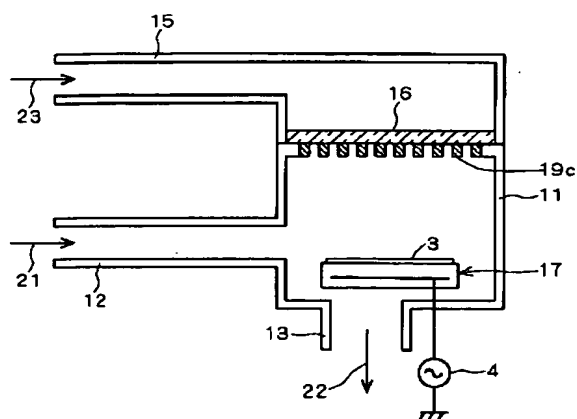
【図3】



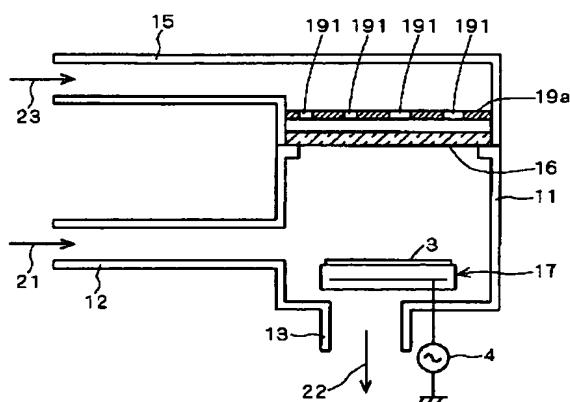
【図7】



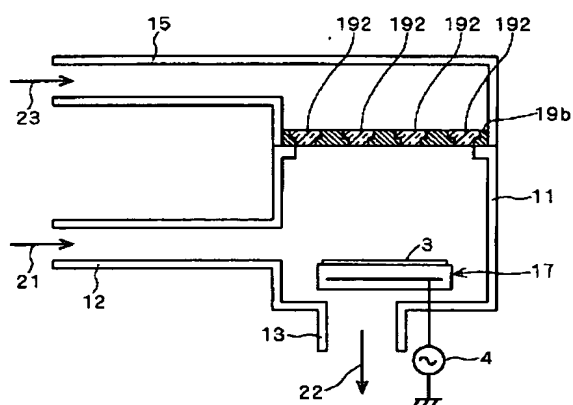
【図8】



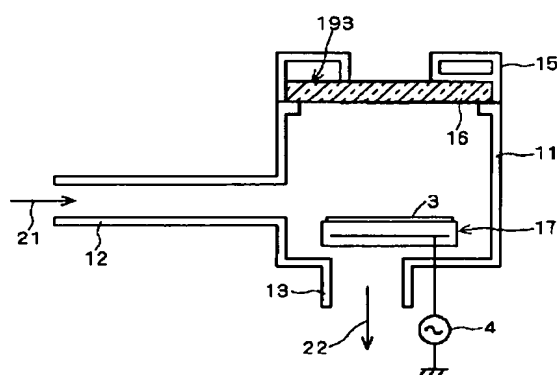
【図9】



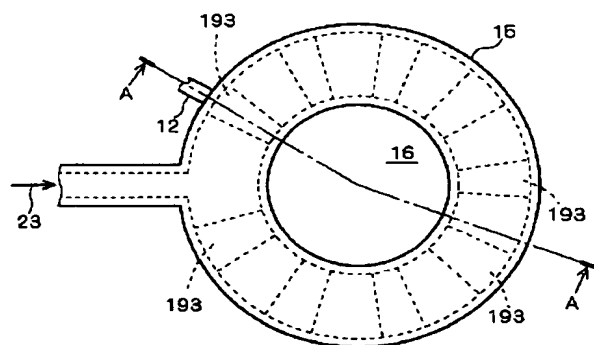
【図10】



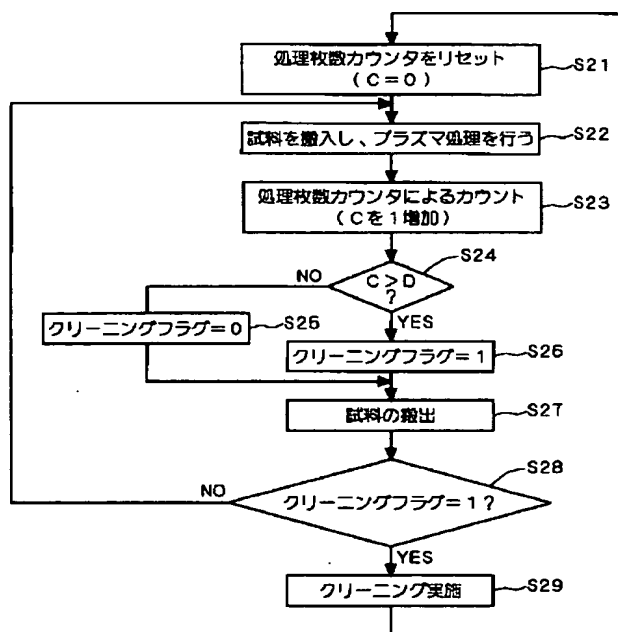
【図11】



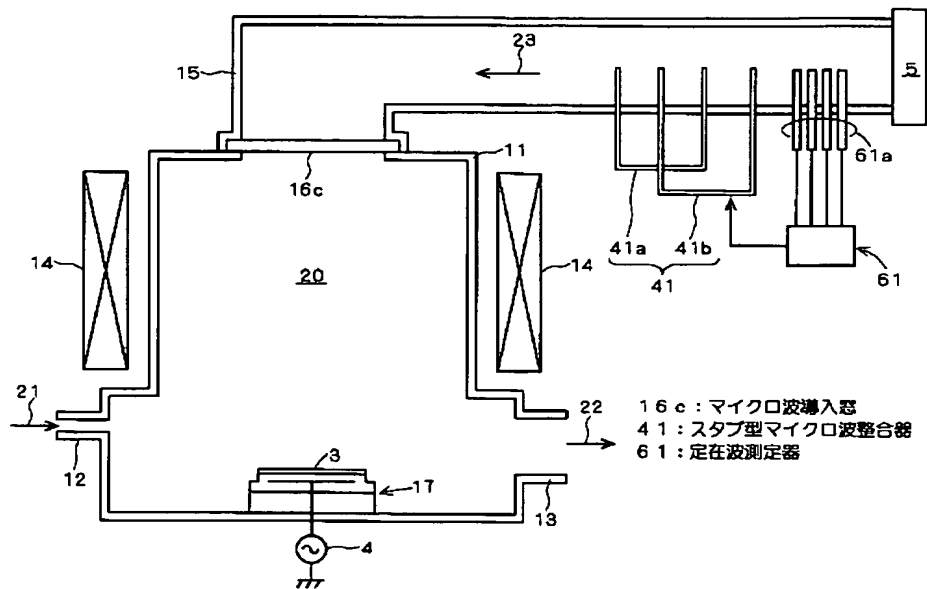
【図12】



【図16】



【図13】



【図15】

